

СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНАЯ РЕАНИМАЦИЯ: НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ И МЕТОДЫ В РЕАНИМАЦИИ

Набиев Н.И.

*магистр кафедры Анестезиологии-реаниматологии и
экстренной медицинской помощи
Андижанский государственный медицинский институт*

Нумонов Ш.М.

*ассистент кафедры Анестезиологии-реаниматологии и
экстренной медицинской помощи
Андижанский государственный медицинский институт*

В настоящее время существует ряд четко сформулированных принципов проведения сердечно-легочной реанимации (СЛР), которые отражены в рекомендациях Американской ассоциации сердца (АНА) и Европейского общества кардиологов (ESC) 2010 г. Особенно это касается жестких правил по своевременному и правильному проведению непрямого массажа сердца, согласно которым компрессии грудной клетки должны осуществляться не менее 100 раз в мин и на глубину не менее 5 см. Поддерживать необходимые стандарты нелегко даже обученному персоналу, усталость операторов достаточно быстро приводит к снижению качества СЛР. На сегодняшний день существуют различные механические приспособления для непрямого массажа сердца, одно из которых — система LUCAS. В ряде исследований система LUCAS показала эффективность и безопасность, сравнимые с ручным непрямым массажем сердца. Конструктивные особенности прибора LUCAS не препятствуют проведению других мероприятий по поддержанию жизни — дефибрилляции, искусственной вентиляции легких. Проницаемость аппарата для рентгеновских лучей делает возможным применение системы LUCAS в катетеризационных лабораториях, если существует необходимость в проведении СЛР во время процедур. Система LUCAS может служить альтернативным пособием для проведения СЛР и может найти применение в отделениях интенсивной терапии, кроме того, ею могут быть оснащены бригады специальных экстренных служб.

Ключевые слова: сердечно-легочная реанимация, непрямой массаж сердца, система для непрямого массажа сердца LUCAS.

At the present there are principles of cardiopulmonary resuscitation (CPR) which are reflected in the recommendations of the AHA and ESC of 2010. They include strict rules on well-timed and proper closed-chest cardiac massage. According to

these rules chest compressions should be repeated at least 100 times per minute at a depth of not less than 5 cm. To comply with the standards is not easy even for skilled staff, operator tiredness quickly leads to decrease in CPR quality. Various mechanical devices for closed-chest cardiac massage are used nowadays. One of them is LUCAS system. In some studies LUCAS system showed an efficacy and safety comparable with manual closed-chest cardiac massage. Design features of the LUCAS device do not disturb other life maintaining activities — defibrillation, mechanical ventilation. The device permeability for X-rays makes possible the use of LUCAS in cath labs, if CPR is needed during the intervention procedure. LUCAS system can serve as an alternative tool for CPR. It can be used in intensive care units, as well as be at the disposal of special emergency teams.

Key words: cardiopulmonary resuscitation, closed-chest cardiac massage, LUCAS system for closed-chest cardiac massage.

Введение. Внезапная сердечная смерть в настоящее время остается одной из наиболее серьезных проблем кардиологии. Следует признать, что эта проблема пока еще слишком далека от своего решения. Частота возникновения внезапной сердечной смерти зависит от возраста, пола, наличия или отсутствия в анамнезе сердечно-сосудистых заболеваний. В США ежегодно регистрируется около 300 000 внезапных сердечных смертей в год, что составляет 1 случай на 1000 населения в год. В России от внезапной сердечной смерти также ежегодно погибает несколько сотен тысяч людей, до 2 случаев на 1000 населения [1]. Не оставляет сомнений, что неотложная помощь людям с остановкой сердца — с внезапной сердечной смертью — остается актуальнейшей проблемой не только неотложной медицины, но и терапии и кардиологии, в частности. На рубеже XX-XXI веков мировое медицинское сообщество, ведущие реаниматологи мира пришли к выводу о необходимости улучшения результатов реанимации (оживления) больных с внезапной остановкой сердца. Несмотря на широкое внедрение современных методов реанимации в конце XX века не было получено ожидаемого существенного увеличения выживаемости пациентов. По мнению ряда экспертов это явилось следствием чрезмерного увлечения новыми препаратами, альтернативными протоколами реанимации, отсутствием четких приоритетов в протоколах оживления пациентов. Было отмечено, что в результате из-за смены приоритетов тактики оживления, время непрямого массажа сердца от общего времени проведения сердечно-легочной реанимации уменьшилось с 83% до 30-55%. Из-за этого на рубеже веков был сформирован новый взгляд на многие опубликованные ранее экспериментальные и клинические исследования. Таким образом, в 2000 и

2005 годах были произведены существенные изменения в протоколах сердечно-легочной реанимации [2-4]. Далее следовал закономерный пересмотр рекомендаций по проведению СЛР в последующие годы. Если провести обзор последних редакций американских и европейских рекомендаций по СЛР, то, несомненно, следует отметить все большее смещение акцента на своевременное и качественное проведение непрямого массажа сердца [5,6].

Непрямой массаж сердца. При том, что существуют различные подходы к проведению непрямого массажа сердца, различные альтернативные и вспомогательные варианты пособий (например, увеличение компрессий грудной клетки до 200 в мин или вспомогательные компрессии в область эпигастрия), все эксперты сходятся в необходимости проведения своевременного и качественного непрямого массажа сердца. Непрямой массаж сердца является базисом в оказании реанимационных мероприятий, как обученным медицинским персоналом, так и необученным. В контексте современных рекомендаций еще более смещен акцент в сторону непрямого массажа грудной клетки, допускается исполнение алгоритма Hands-Only (СЛР без вентиляции легких) необученным персоналом. Необходимость в искусственной вентиляции легких безоговорочно подчеркивается в случае первичной остановки дыхания (например, при утоплении или аспирации) или в случае проведения сердечно-легочной реанимации обученным персоналом. Дело в том, что необученному реаниматору проще выполнять сердечно-легочную реанимацию без вентиляции легких, при этом существенных отличий в выживаемости после остановки сердца, связанной с нарушениями функции сердца, практически нет: как в случае выполнения СЛР без вентиляции легких, так и в случае СЛР с компрессиями грудной клетки и вентиляцией легких [5,6].

Необходимо еще раз подчеркнуть, что в рекомендациях по СЛР и неотложной помощи, как в европейских, так и в американских, постоянно подчеркивается необходимость качественного выполнения непрямого массажа сердца. В современной редакции это означает, что компрессионные сжатия должны производиться с надлежащей частотой и глубиной вдавливания с полным расправлением грудной клетки после компрессий. При этом, если рекомендации АНА (2005) трактовали должную частоту компрессий грудной клетки как «около 100 в мин», то редакция 2010 г. однозначно требует «выполнять компрессионные сжатия не менее 100 в мин». Аналогичная ситуация и в отношении глубины компрессий грудной клетки при выполнении непрямого массажа сердца. Если в рекомендациях АНА 2005 г. требуемая глубина компрессий была приблизительно 4-5 см, то

в рекомендациях АНА 2010 г. глубина компрессий должна быть не менее 5 см. Во всех рекомендациях последних десятилетий при выполнении непрямого массажа сердца подчеркивается необходимость правильного расположения рук реанимирующего, которые должны располагаться на нижней трети грудины, на 2 см выше мечевидного отростка. Неправильное расположение рук может привести не только к осложнениям (перелом ребер, мечевидного отростка), но и резко снижает эффективность СЛР [5,6].

Ряд достаточно жестко сформулированных положений в последних рекомендациях АНА по проведению СЛР призваны унифицировать подходы к ней, относительно упростить алгоритмы проведения мероприятий в рамках базовой и расширенной помощи и, в конечном итоге, привести к повышению эффективности СЛР и повышению количества пациентов, выживших после остановки кровообращения. Но в то же время жесткое формулирование ряда положений по проведению СЛР влечет за собой возникновение трудностей. Не только неподготовленному реаниматору, но и подготовленному персоналу блоков интенсивной терапии, бригад скорой медицинской помощи (СМП) тяжело выдерживать жесткие современные стандарты оказания неотложной помощи. Необходимость поддерживать высокий темп компрессий грудной клетки, глубину компрессий, длительность выполняемого пособия даже при идеальной технике исполнения ведут к быстрому истощению сил человека, оказывающего это реанимационное пособие. Ряд исследований доказывают, что эффективность ручного непрямого массажа сердца может резко снижаться — часто всего через одну минуту — вследствие эффекта усталости проводящего СЛР [7,8]. Отсюда неизбежно снижается качество проводимых реанимационных мероприятий и, соответственно, снижается вероятность благоприятного исхода. Рекомендуемая смена ролей в бригаде реаниматологов, чередование лиц, участвующих в проведении сердечно-легочной реанимации, лишь отчасти решает проблему. Зачастую неизбежна некая неразбериха, сумятица при выполнении пособия несколькими лицами. Становится обязательной роль координатора, которую должен брать на себя либо наиболее опытный член бригады реаниматологов, либо человек, первым начавший реанимационные мероприятия. Здесь следует отметить и еще один аспект, влияющий на качество оказания неотложной помощи. С сожалением приходится признать, что уровень подготовленности выпускников медицинских ВУЗов, врачей, работников специальных служб (МЧС, полиция, пожарная охрана), общественности в целом в отношении необходимых мероприятий по поддержанию жизни не высок. Отсутствует как необходимая «внутренняя готовность» к оказанию реанимационных пособий, так и необходимый

уровень теоретических и практических навыков и умений. Конечно, и это находит свое отражение в международных рекомендациях, но исходы реанимации лучше, если реанимационное пособие все-таки оказывают (пусть и с ненадлежащим качеством), чем когда реанимацию не проводят вовсе. Механические приспособления для проведения сердечно-легочной реанимации.

В настоящее время на рынке медицинского оборудования есть ряд механических приспособлений для проведения СЛР. Необходимость широкой оснащенности дефибрилляторами не вызывает никаких сомнений, так как своевременное и правильное использование дефибрилляторов приводит к существенному повышению выживаемости после остановки сердца. Спектр предлагаемых приборов очень разнообразен, но о существовании иных механических приспособлений, помогающих в проведении качественной СЛР, известно не так много. Между тем, существует ряд механических приспособлений, которые облегчают труд реаниматологов, поддерживают высокие современные стандарты оказания неотложной помощи и позволяют проводить механический непрямой массаж сердца, одной из таких систем является автоматическое устройство для сердечно-легочной реанимации ZOLL AutoPulse производства компании ZOLL (США). AutoPulse — это автоматическое устройство с питанием от аккумуляторной батареи для проведения непрямого массажа сердца за счет непрерывной компрессии грудной клетки у пациентов с внезапной остановкой кровообращения. Ритмичная, щадящая компрессия грудной клетки обеспечивается двумя большими с мягкой обивкой накладками, которые закрепляются на одном компрессионном ремне с правой и левой стороны. Компрессионный ремень крепится на штифте, который соединяется с приводным валом, расположенным на нижней поверхности платформы. Благодаря перекачиванию ремня по этому валу (с частотой 80 в мин) происходит компрессия грудной клетки. Накладки фиксируются на теле пациента при помощи застежек-липучек. Комплект для компрессии грудной клетки называется LifeBand. Применение этого устройства обеспечивает постоянные качественные компрессии, значительно улучшающие кровоснабжение сердца и головного мозга. Кроме того, AutoPulse сокращает паузы между компрессиями до абсолютного минимума. Непосредственно на месте происшествия или в движущейся машине скорой помощи пациенту можно выполнять постоянный и непрерывный массаж сердца и параллельно осуществлять все иные мероприятия экстренной помощи. Применение устройства ZOLL AutoPulse бригадами экстренных служб или персоналом отделений интенсивной терапии способно улучшить качество оказываемого

пособия по СЛР, в первую очередь за счет проведения качественного непрямого массажа сердца и за счет нивелирования эффекта усталости, что характерно для ручного непрямого массажа сердца, и что неизбежно сказывается на качестве и эффективности сердечно-легочной реанимации. В то же время, на наш взгляд, система ZOLL AutoPulse не лишена ряда недостатков. В первую очередь следует отметить недостаточно высокую частоту компрессий грудной клетки, 80 в мин, что не соответствует современным требованиям к СЛР. Кроме того, комплект LifeBand закрывает собой практически всю переднюю поверхность грудной клетки у взрослого человека, что существенно затрудняет применение наружного дефибриллятора, при том, что проведение дефибрилляции с минимальной задержкой времени является одним из базисных требований современной СЛР. Нам так же не встретились исследования по возможности, эффективности и безопасности применения системы ZOLL AutoPulse в катетеризационных лабораториях. Это нельзя отнести к существенным недостаткам прибора, однако при современном уровне интервенционных вмешательств способность автоматического приспособления для непрямого массажа сердца эффективно работать в условиях катетеризационных лабораторий, не препятствуя действиям операторов, была бы очевидным преимуществом. Тем не менее, эксплуатация системы ZOLL AutoPulse в отделениях интенсивной терапии, реанимации стационара и в автомобиле скорой медицинской помощи кажется весьма перспективной для улучшения качества проводимой СЛР и благоприятных исходов СЛР, являясь своеобразной альтернативой ручному непрямому массажу сердца, проводимому обученным персоналом. Еще одним автоматическим приспособлением для непрямого массажа сердца является система LUCAS. Система компрессии грудной клетки LUCAS, разработанная шведской компанией Jolife AB, предназначена для обеспечения непрерывных компрессий грудной клетки с заданными постоянной частотой и глубиной компрессии, что способно привести к восстановлению спонтанного кровообращения. LUCAS представляет собой портативную, достаточно простую в использовании систему (рис. 1), разработанную для выполнения автоматизированных компрессий грудной клетки в соответствии с международными рекомендациями по обеспечению кровообращения у пациентов с остановкой сердца. В самом схематичном представлении система LUCAS представляет собой дугу на опорной пластине, на дуге располагается компрессор с поршнем и вакуумной присоской, который оказывает активные компрессионные и декомпрессионные движения и обеспечивает равные по длительности циклы компрессии-декомпрессии.



Рисунок 1. Система компрессии грудной клетки LUCAS



Рисунок 2. Расположение системы LUCAS

Система LUCAS выполняет 100 компрессий в мин, при этом глубина продавливания грудной клетки составляет 5 см. Следует отметить, что существует необходимость точного позиционирования поршня, так как его неверное размещение на грудной клетке снижает эффективность непрямого массажа сердца. Правильно позиционированный прибор LUCAS не препятствует выполнению дефибрилляции, искусственной вентиляции легких, интубации трахеи, катетеризации центральных вен и другим мероприятиям в рамках оказания базовой и расширенной медицинской помощи при остановке сердца (рис. 2). Система LUCAS эргономична, компактна и проста в применении, может применяться независимо от того, где находится пациент: лежит на земле, на кровати или на носилках в машине скорой помощи. Транспортировка пациента с остановкой сердца в специализированное отделение или с места происшествия в стационар нередко сопровождается вынужденными паузами в проведении СЛР, что несет в себе потенциальный риск для пациента. Система LUCAS

перемещается вместе с пациентом с места происшествия в машину скорой помощи. Она продолжает выполнять непрерывные эффективные компрессии грудной клетки, что позволяет избежать снижения давления в коронарных сосудах и поддерживать адекватное кровообращение у пациента во время транспортировки. Автоматические компрессии, не требующие ручного вмешательства, исключают возникновение усталости у лиц, выполняющих СЛР, а также стрессовые повреждения, связанные с выполнением СЛР. С помощью системы LUCAS персонал, оказывающий помощь, может немедленно начать автоматический непрямой массаж сердца, стабилизировать пациента и быстро взять ситуацию под контроль. Система LUCAS исключает потребность в дополнительном персонале для выполнения СЛР, уменьшая скопление людей в месте происшествия и обеспечивая выполнение стабильных, качественных компрессий грудной клетки. Автоматизация выполнения компрессий позволяет высвободить персонал, который может сконцентрироваться на выполнении других задач, необходимых для спасения пациента, например, на введении препаратов, проведении искусственной вентиляции или дефибрилляции. Система LUCAS обеспечивает проведение СЛР согласно существующим рекомендациям. С помощью постоянных по амплитуде, непрерывных компрессий грудной клетки возможно восстановление спонтанного кровообращения у пациента. Доказательная база не вызывает сомнений сложность проведения высококачественных рандомизированных исследований у пациентов с внезапной остановкой сердца, так как осуществление подобных исследований ограничено рядом соображений как методологического, так и этического характера. Тем не менее, существует ряд исследований, подтверждающих эффективность и безопасность механического массажа сердца при помощи системы LUCAS по сравнению с ручным непрямой массажем сердца. В двуцентровом рандомизированном пилотном исследовании СЛР с помощью системы LUCAS™1(V1) по сравнению с ручной СЛР у пациентов с внебольничной остановкой сердца, проведенном Rubertsson S. и соавт., не было выявлено значимых различий в частоте восстановления самостоятельного кровообращения [30 (43,5%) и 22 (31,9%) пациента соответственно; $p=0,22$], в количестве пациентов, госпитализированных живыми [18 (26,1%) и 15 (21,7%) пациентов соответственно; $p=0,69$], а также в числе пациентов, выписанных из больницы живыми [6 (8,7%) и 7 (10,1%) пациента соответственно; $p>0,05$]. Была отмечена тенденция к увеличению ранней выживаемости при использовании LUCAS [9]. В публикации Maule Y. описывается начало применения и первые результаты использования устройства LUCAS™1(V1) в университетской больнице в Бругманне (Бельгия). Были проанализированы данные, полученные при проведении СЛР с помощью LUCAS ($n=123$) и ручной СЛР ($n=27$) 150 последовательным пациентам с внебольничной остановкой сердца. Частота восстановления спонтанного кровообращения при использовании LUCAS (57,7%) была более чем в 2 раза выше, чем в группе ручной СЛР (25,9%). В дополнение к этому устройство LUCAS

предоставляло возможность транспортировать пациента на фоне эффективной СЛР и сконцентрировать внимание реаниматоров на других проблемах, связанных со спасением жизни [10]. Кластер-контролируемое пилотное исследование, проведенное в Швеции Axelsson С. и соавт., (n=128) показало, что при выполнении СЛР с помощью LUCASTM1(V1) по сравнению с ручной СЛР во внебольничных условиях восстановление самостоятельного кровообращения (в обеих группах 51%), число больных, госпитализированных живыми (38% в группе LUCAS и 37% в группе ручной СЛР; $p>0,05$), число больных, выписанных живыми (8% и 10%; $p>0,05$), в обе их группах значимо не различались [11]. Ряд других авторов также сообщают об эффективности применения системы LUCAS для непрямого массажа сердца, в публикациях отмечается отсутствие серьезных осложнений, связанных с использованием системы LUCAS, подчеркивается удобство в применении, возможность «высвободить еще одну пару рук во время этапов мероприятий по поддержанию жизни»[12-14].

Интересен опыт применения системы непрямого массажа сердца LUCAS в катетеризационных лабораториях. Обнадеживающие результаты получены Wagner Н. и соавт. В ретроспективном исследовании, проведенном этой группой, оценивалось применения LUCAS 1 (V1 и V2) в течение более чем 5 лет у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST), доставленных в катетеризационную лабораторию живыми, но потребовавших длительной реанимации с помощью LUCAS на фоне продолжающегося коронарного вмешательства. СЛР с помощью LUCAS потребовалась 33 из 3 058 пациентов со ИМпST; частота длительной реанимации в катетеризационной лаборатории составила 10,8 на 1000 процедур при ИМпST. СЛР с помощью LUCAS потребовалась ещё 10 пациентам: 7 с инфарктом миокарда без подъёма сегмента ST, 2 при плановом чрескожном коронарном вмешательстве (ЧКВ) и 1 с тампонадой. Всего за пять лет СЛР с помощью LUCAS проводилась у 43 пациентов. Из них 12 пациентов было выписано из больницы, 11 — с хорошим неврологическим исходом. Выживаемость в этой группе пациентов высокого риска, таким образом, составила при мерно 25%. У 65% пациентов исходным видом остановки кровообращения была электро-механическая диссоциация. Устройство LUCAS позволяло проводить рентгеноскопию в большинстве проекций, за исключением прямой переднезадней проекции. К счастью, доступные проекции почти всегда были предпочтительными даже без LUCAS [15]. В ряде других сообщений отмечается возможность эффективного использования системы LUCAS в катетеризационных лабораториях. Авторами отмечается ряд преимуществ системы непрямого массажа сердца LUCAS перед традиционным ручным непрямым массажем сердца при проведении СЛР в условиях катетеризационной лаборатории. Система LUCAS позволяет продолжать процедуру, обеспечивая непрерывные компрессии грудной клетки, а, следовательно — кровообращение и поступление кислорода к жизненно важным органам. Система LUCAS позволяет поддерживать кровообращение при

одновременном выполнении ЧКВ и катетеризации. Медицинский персонал может выполнять процедуры катетеризации без ущерба для выполнения компрессий, что позволяет снизить стресс и облегчить принятие решений. Система LUCAS прозрачна для рентгеновского излучения (за исключением кожуха и поршня), что позволяет выполнять рентгеноскопию в большинстве проекций без удаления системы LUCAS. При установленной пациенту системе LUCAS возможно выполнение рентгеноскопии в одной плоскости в следующих проекциях: левой передней косой — краниальной/каудальной косой; правой передней косой — краниальной/каудальной косой; прямой каудальной; прямой латеральной и прямой краниальной. Система LUCAS устраняет необходимость проведения СЛР персоналом в области действия рентгеновских лучей [16].

В целом ряде публикаций подчеркивается безопасность применения системы LUCAS для непрямого массажа сердца при проведении сердечно-легочной реанимации [17-19]. В исследовании, выполненном Smekal D. и соавт., получены результаты, которые позволили сделать вывод, что использование системы LUCAS сопряжено с таким же числом и видом повреждений, что и применение ручной СЛР (проспективное контролируемое исследование 85 пациентов, не выживших после остановки сердца). У большинства пациентов развилась догоспитальная остановка сердца. Пациенты были рандомизированы в группы СЛР с помощью LUCASTM1(V1) (n=38) и ручной СЛР (n=47). Все пациентам в течение нескольких минут до рандомизации проводилась ручная СЛР. Вскрытие не выявило повреждений у 42,1% пациентов в группе LUCAS и у 55,3% пациентов в группе ручной СЛР (p=0,28). Частота и виды повреждений вследствие СЛР в различных группах различались незначительно, ни одно из повреждений вследствие СЛР не было расценено как опасное для жизни. Множественные переломы рёбер (более трёх) были выявлены у 17/38 (44,7%) пациентов в группе LUCAS и у 13/47 (27,7%) пациентов в группе ручной СЛР (p=0,12). Переломы грудины определялись у 29,0% пациентов в группе LUCAS и у 21,3% пациентов в группе ручной СЛР (p=0,46) [17].

Заключение. Обобщая опубликованные данные, следует заключить, что система LUCAS для непрямого массажа сердца представляет собой устройство, позволяющее выполнять эффективный непрямой массаж сердца во время проведения сердечно-легочной реанимации, соответствующий современным методологическим указаниям по СЛР. При этом применение системы LUCAS не менее безопасно, чем ручной непрямой массаж сердца. Использование системы LUCAS позволяет избежать травматизма у медицинского персонала, участвующего в проведении СЛР, сберегает силы врачей, позволяя организованно осуществлять дальнейший комплекс мероприятий по оживлению, ограждает персонал от возможного избыточного воздействия рентгеновского излучения в катетеризационных лабораториях, не препятствуя действиям врачей, выполняющих ЧКВ.

В настоящее время система компрессии грудной клетки LUCAS, наверное, не может заменить собой квалифицированного врача-реаниматолога, но то, что

наличие подобной системы может являться альтернативной, дополнительной возможностью для проведения качественного непрямого массажа сердца, вызывает мало сомнений. На наш взгляд, применение системы LUCAS эффективно в отделениях реанимации, в катетеризационных лабораториях, также и экстренными службами (СМП, МЧС, полиция, пожарные), что в конечном итоге должно позволить проводить необходимые мероприятия для поддержания жизни с высокой интенсивностью, эффективностью и без ущерба как качеству проводимых мероприятий, так и здоровью и физическому состоянию пациентов.

Литература

1. Sulimov VA. Sudden cardiac death. Moscow: Borges, 2004. Russian (Сулимов В.А. Внезапная сердечная смерть. Москва: Боргес; 2004).
2. Chamberlain D., Handley A., Colquhoun. Time of change. *Resuscitation* 2003;58(3):237–249.
3. European Resuscitation Council Guidelines for resuscitation 2005. *Resuscitation* 2005;67 (S1):7–86.
4. Wik L. Rediscovering the importance of chest compressions to improve the outcome from cardiac arrest. *Resuscitation* 2003; 58 (3): 267–271.
5. Nolana JP, Soarb J, Zidemanc DA, et al., on behalf of the ERC Guidelines Writing Group. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010. *Resuscitation* 2010;81:1219 –1276.
6. Field JM, Hazinski MF, Sayre MR et al. 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science Part 1: Executive Summary. *Circulation* 2010;122:S640–S656.
7. Ochoa FJ, Ramalle-Gymara E, Lisa V, Saralegui I. The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation* 1998; 37: 149–52.
8. Hightower D, Thomas S, Stone C, et al. Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Annals of Emergency Medicine* 1995; 26: 300–303.
9. Rubertsson S, Huzevka T, Smekal D, Johansson J. Early Survival After Cardiac Arrest In A Pilot Study Using The LUCAS Device Compared To Manual Chest Compressions During CPR. *Circulation* 2007;116: II 386 (Abstract 1813).
10. Maule Y. L'assistancocardiaqueexterne: nouvelle approchedans la RCP. *Urgences&Accueil* 2007 (7); 29:4–7.
11. Axelsson C, Nestin J, Svensson L, Axelsson E, Herlitz J. Clinical consequences of the introduction of mechanical chest compression in the EMS system for treatment of out-of-hospital cardiac arrest — A pilot study. *Resuscitation* 2006;71:47–55.
12. Verstraete S, De Knock J, Muller N, et al. Does the use of LUCAS influence survival for in-hospital cardiac arrest patients? ERC congress 2008; 22.05.2008–25.05.2008, Ghent, Belgium. Poster 240 (on file at Jolife).

13. Bonnemeier H, Olivecrona G, Simonis G, et al. Automated continuous chest compression for in-hospital cardiopulmonary resuscitation of patients with pulseless electrical activity: A report of five cases. *International Journal of Cardiology* 2009;136(2):e39–50.
14. Bonnemeier H, Olivecrona G K. The decisive role of effective continuous chest compression for in-hospital resuscitation of pulseless electrical activity. *Resuscitation* 2008; 77S: S7–S8 (AS–019).
15. Wagner H, Terkelsen, CJ, Friberg H, et al. Cardiac arrest in the catheterization laboratory: A 5-year experience of using mechanical chest compression to facilitate PCI during prolonged resuscitation efforts. *Resuscitation* 2010;81:383–387.
16. Larsen AI, Hjørnevik AS, Ellingsen CL, Nilsen DWT. Cardiac arrest with continuous mechanical chest compression during PCI: A report on the use of the LUCAS device. *Resuscitation* 2007;75(3):454–459.
17. Smekal D, Johansson J, Huzevka T, Rubertsson S. No difference in autopsy detected injuries in cardiac arrest patients treated with manual chest compressions compared with mechanical compressions with the LUCAS device — A pilot study. *Resuscitation* 2009; 80: 1104–1107.
18. Menzies D, Barton D, Darcy C, Nolan N. Does the LUCAS device increase trauma during CPR. *Resuscitation* 2008;77S: S13(AS–034).
19. Bonnemeier H, Gerling I, Barantke M, Schunkert H. Necropsy findings of non-survivors of CPR after mechanical and conventional chest compression. ERC congress 2008; 22.05.2008–25.05.2008, Ghent, Belgium. Poster 470 (on file at Jolife).